



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 93 21 520 U 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 02 F 1/44

②1 Aktenzeichen:	G 93 21 520.7
⑥7 Anmeldetag:	8. 10. 93
aus Patentanmeldung:	93 81 0709.1
④7 Eintragungstag:	29. 7. 99
④3 Bekanntmachung im Patentblatt:	9. 9. 99

DE 93 21 520 U 1

- | | |
|---|--|
| ③0 Unionspriorität:
959086 09. 10. 92 US | |
| ⑦3 Inhaber:
Zenon Environmental Inc., Burlington, Ontario, CA | |
| ⑦4 Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner, 50667
Köln | |

⑤4 Wasserreinigungsgerät

DE 93 21 520 U 1

19.05.99

Da/Dt

Wasserreinigungsgerät

Die Erfindung betrifft Wasserreinigungsgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Das Wasserreinigungsgerät ist ein leicht zu transportierendes Aggregat mit einem Container, dessen Unterbau aufgenommen und auf oder in eine Transportvorrichtung für den Transport des Aggregats geladen werden kann und ferner von der Transportvorrichtung entladen werden kann, ohne daß besondere Sorgfalt erforderlich wäre. Der Container ist mit einer Ausrüstung versehen, die reines Wasser als "Permeat" von Umkehrosmose- ("RO"-)Moduln liefert, die Trinkwasser von für menschlichen Gebrauch ungeeignetem, verschmutztem Wasser abscheiden. Das Aggregat unterliegt der besonderen Anforderung, daß die RO--Moduln Permeat in relativ kleinen Volumina pro Zeiteinheit liefern, und zwar unabhängig davon, wie abgelegen die Gegend ist, in der nur verschmutztes Frischwasser, Brackwasser oder Meerwasser vorhanden ist.

Wie noch ersichtlich wird, sind die maximalen Abmessungen und das Höchstgewicht des Aggregats ebenso festgelegt wie der weite Bereich von Bedingungen, unter denen es erfolgreich arbeiten muß. Das Problem besteht darin, daß Hauptbestandteile verwendet werden müssen, die leicht verfügbar sind, und diese innerhalb der festgelegten Abmessungen untergebracht werden müssen, ohne Einbußen an der Zuverlässigkeit des Aggregats hinnehmen zu müssen.

19.05.99

2

Hochreines Wasser wird routinemäßig von RO-Moduln in verschiedenen Systemen produziert, indem das Ausgangswasser bei einem über dem osmotischen Druck der im Wasser gelösten Substanzen liegenden Druck durch eine semipermeable Membran gepumpt wird. Das Permeat dringt durch die Membran, während die Schadstoffe in einem "Konzentrat"-Strom verbleiben, der abgelassen wird. Selbst wenn nur eine Menge von 75,7 l/min (20 gpm / Gallonen pro Minute) Permeat aus dem verschmutzten Wasser hergestellt werden soll, muß das verschmutzte Wasser bei einem so hohen Druck zugeführt werden, daß die Masse und das Gewicht der die RO-Elemente angemessener Fläche und zugehörigen Geräte aufnehmenden Moduln unerwartet hoch werden. Wenn das umkehrosmotische Wasserreinigungsaggregat ("ROWPU") unabhängig sein soll, muß es auch seine eigenen Tanks für die Rückspülung (oder "Rückwäsche"; die Ausdrücke werden synonym verwendet) der Filter und für die chemische Reinigungslösung zur Reinigung der RO-Elemente, und dazu einen Generator zur Stromerzeugung und entsprechendes Zubehör mit den zugehörigen Instrumenten aufweisen.

Zusätzlich zu den RO-Moduln und den Tanks gehören zu der Ausrüstung, die in den als "Reinigungscontainer" oder kurz "PC" bezeichneten Container gepackt ist, auch Pumpen sowie eine Kombination von Grob- und Fein-Vorfiltervorrichtungen, eingebaute Druck-Rückspülvorrichtungen für ein grobes Siebfilter und geeignete Armaturen und Instrumente. Die Moduln sind so angeschlossen, daß sie entweder mit einfachem oder doppeltem Durchlauf betrieben werden können, je nach der Qualität der Wasserquelle und der gewünschten Permeatmenge.

Genauer betrachtet, ist die RO-Ausrüstung insbesondere dafür bestimmt, die Bedürfnisse einer Militärpersonaleinheit zu befriedigen, die zwischen 37,85 l/min (10 gpm) und maximal 75,7 l/min (20 gpm), typischerweise etwa 56,8 l/min (15 gpm) Permeat braucht, das in einem völlig unabhängigen PC erzeugt wird, der abnehmbar für seinen Transport auf einem Lastwagen ange-

ordnet oder sogar mit einem Flugzeug oder einem Hubschrauber befördert und auf dem Luftwege angeliefert wird, so daß der PC Trinkwasser aus einer beliebigen Wasserquelle liefert, die an irgendeinem Ort verfügbar sein kann, an den der PC geliefert wird. Bei Kampfhandlungen oder bei einem größeren Unfall in einer Kernanlage, wenn das Wasser mit nuklearen, biologischen und chemischen (kurz "NBC") Kampfstoffen verunreinigt sein kann, ist die Ausrüstung in der Lage, Trinkwasser zu vernünftigen Kosten zu liefern.

Da in einer abgelegenen Gegend kein Strom verfügbar ist, muß der PC selbstverständlich seinen Strom selbst erzeugen und weist deshalb auch einen mit Kohlenwasserstoffen (Dieseltreibstoff) betriebenen Generator auf. Weniger offensichtlich ist, daß der PC voll zusammengebaut und unter schwierigen Umständen einfach zu betreiben sein muß, da es unwahrscheinlich ist, daß Fachleute verfügbar sind, um die Ausrüstung zusammenzubauen und zu betreiben. In anderen Worten ist es vor allem erforderlich, daß der PC als ein einziges Aggregat transportiert werden kann, wobei alle Komponenten vormontiert und betriebsbereit sind und ein Betreiber nur die elementarsten Anweisungen braucht.

Den Streitkräften wurde ein umkehrosmotisches Wasserreinigungsaggregat geliefert, das in einem Artikel unter dem Titel "Reverse Osmosis Development of a High Technology Water Treatment Capability" von Capt. M.J. Hauschild in UBIOUE, Nr. 35, S. 32-37, September 1990, beschrieben worden ist. Dieses Aggregat wurde als ein ADROWPU (Akronym für Air Deliverable Reverse Osmosis Water Purification Unit) bezeichnet, da die Hoffnung bestand, dieses durch Hubschrauber transportieren zu können. Der Begriff "Reinigungscontainer" oder PC wird hier im wesentlichen synonym zu dem Begriff ADROWPU verwendet. In dem in dem Aufsatz schematisch dargestellten Komponenten des Systems wurden zwei Reihen von RO-Moduln verwendet, die so an-

19.05.99

4

geordnet waren, daß sie mit doppeltem Durchlauf betrieben werden konnten.

Unter "doppeltem Durchlauf" wird verstanden, daß das zu filternde Wasser durch zwei RO-Moduln läuft, praktisch durch zwei Reihen von Moduln, und zwar in zwei Durchläufen (einem ersten und einem zweiten). Permeat aus dem ersten Durchlauf (das als "erstes Permeat" bezeichnet wird), läuft als Speisung zur zweiten Reihe, um in einem zweiten Durchlauf gefiltert zu werden und ein zweites Permeat zu ergeben, das sich in seiner Qualität vom ersten Permeat unterscheidet. Wenn daher im ersten Durchlauf die Verwerfung 80 % beträgt, so daß nur 20 % des (in die erste Reihe) eintretenden Wassers als erstes Permeat abgezogen werden, so wird dieses erste Permeat dann der zweiten Reihe zugeführt und im zweiten Durchlauf noch einmal gefiltert. Wenn die Verwerfung im zweiten Durchlauf ebenso hoch ist wie im ersten Durchlauf, nämlich 80 %, so werden nur 4 % des (in die erste Reihe) eintretenden Wassers aus dem zweiten Durchlauf als zweites Permeat abgezogen.

Die einzelnen Teile des im Aufsatz behandelten ADROWPU sind im wesentlichen dieselben wie in Fig. 1 der beigefügten Zeichnung gezeigt. Die Rohwasserpumpe lieferte Wasser zu einer Verfahrenspumpe. Zur Entfernung von Schwebstoffen wurde eine Kombination von Siebfiltern (Siebfeinheit 20 mesh und feiner) und Mikrofilterpatronen (100 µm und 50 µm) verwendet. Andere herkömmliche Mittel zur Entfernung von Schwebstoffen wie der Zusatz von Koagulierungsmittel und anschließender Durchgang durch Mehrmedienfilter und Mikrofilterpatronen waren ebenfalls wirksam. Damit wurde sichergestellt, daß Schwebstoffe entfernt werden. Ein von Feststoffen freies Speisewasser wurde den Reihen von RO-Moduln zugeführt.

Der letzte Schritt bei normalem Betrieb bestand in einem Hinzugeben von Calciumhypochlorit, um das RO-Permeat zu desinfizieren und einen Restchlorgehalt von 5 mg/l aufrechtzuerhal-

19.05.99

5

ten. Wenn erforderlich, wird dem Gesamt-Paket eine NBC-Nachbehandlung mit gekörnter Aktivkohle für chemische Kampfstoffe und eine Ionenaustauschersäule für nukleare Kampfstoffe zum hinzugefügt.

Obwohl das erwähnte ADROWPU das gewünschte Permeat mit der gewünschten Geschwindigkeit lieferte, wurde es aufgrund von zumindest zwei Problemen als für den Einsatz untauglich erachtet. Erstens wurde der Betrieb zu oft unterbrochen, weil das Aggregat zwecks Austausch der Filterpatronen abgeschaltet wurde.

Andere transportfähige RO-Modul-Systeme sind von den Streitkräften eingesetzt worden. Ein besonderes Beispiel ist in einem Artikel mit dem Titel "The Army Water Supply Program" von Thomas Bagwell, Jr., U.S. Army Belvoir Research and Development and Engineering Center, September 1990, beschrieben. Dieses Aggregat war ein 2270 l/h (600 gal/h)-ROWPU, in dem die Komponenten derart angeordnet waren, daß die mit doppeltem Durchlauf betriebenen RO-Moduln aus 151,4 l/min (40 gpm) Rohwasser, das durch Mehrmedienfilter gepumpt wurde, 37,85 l/min (10 gpm) Permeat erzeugten. Nach seiner Filtration durch die Mehrmedien-Filter lief das Wasser durch ein vierzig 5-µm-Filterpatronen aufweisendes Gehäuse. Das feststofffreie Speisewasser wurde einer Reihe von vier hintereinandergeschalteten Druckgefäßen zugeführt, wobei jedes Gefäß zwei RO-Membranelemente von 12,54 cm (6 inch) Durchmesser aufwies, also insgesamt 8 Membranelemente. Die Permeaterzeugung mußte für den Austausch der Mehrmedienfilter und der Filterpatronen unterbrochen werden.

Das Aggregat war zusammen mit einem 30-kW-Generator und drei oben offenen, zusammenfaltbaren Tuchbehältern, die 11355 Liter (3000 gal) faßten, auf einen 5 t-Anhänger montiert. Zwei der Behälter dienten dazu, das erzeugte Trinkwasser zu speichern, während der dritte dazu diente, Wasser zum Rückspülen der Fil-

19.05.99

6

termedien und Reinigung der RO-Elemente mit geeigneten Hochdruckpumpen zu sammeln. Zwei Rohwasserpumpen lieferten eine Zufuhrmenge von 113,6 l/min (30 gpm) zum ROWPU, während Verteil- und Rückspülpumpen nach Bedarf eingesetzt wurden. Nach Ausladen der Ausrüstung an einem gewählten Standort mußten die ROWPU-Komponenten vor Inbetriebsetzung zusammengebaut werden.

Das obige Aggregat konnte nur schwierig transportiert werden und sein Einsatz war deshalb auf Gegenden beschränkt, in denen ein sehr großes Radfahrzeug gefahren oder ein sehr großer Schlitten gezogen werden konnte. Insbesondere haben, was für die vorliegende Erfindung kritisch ist, ist seitens der vielen Untereinheiten der Streitkräfte ebenso wie im Zusammenhang mit anderen Aggregate des Standes der Technik nicht erkannt worden, daß die Komponenten in einem Gehäuse so verteilt werden müssen, daß ihre Massen im wesentlichen symmetrisch zum Schwerpunkt des Containers angeordnet sind.

Wie in dem ADROWPU des Standes der Technik mußten die Siebfilter des ROWPU von Hand gesäubert werden, nachdem der Betrieb des Aggregates für die Herstellung des RO-Permeats unterbrochen worden war. In allen Fällen war eine Quelle sauberen Wassers für die Rückspülung der Siebfilter erforderlich. Dies ergab in jedem Fall einen ernsten Nachteil für die wirksame Erzeugung von RO-Permeat, weil Permeat zur Reinigung der Filter aufgespart werden mußte.

Das Problem des Rückspülens der Siebfilter und der chemischen Reinigung der RO-Membranen "in Montageposition" in den RO-Behältern ist besonders akut, wenn mit NBC-Stoffen verunreinigtes Wasser gereinigt werden muß, da eine Quelle reinen Wassers (wie "Wasser aus dem Hahn" in einer Stadt) nicht verfügbar ist und man es sich kaum erlauben kann, dafür Permeat einzusetzen. Außerdem brachte der Einsatz einer Rückspülpumpe und noch einer weiteren Pumpe für die chemische Reinigung der RO-Membra-

19.05.99

7

nen eine Erhöhung des Umfangs und Gewichts der Ausrüstung im ROWPU mit sich.

Bei dem neuartigen ADROWPU dieser Erfindung (diese Bezeichnung wird weiter beibehalten, da das neue, verbesserte Aggregat luftfrachtfähig ist) entfällt der Einsatz einer Rückspülpumpe und einer besonderen chemischen Reinigungspumpe. Gespeichertes Permeat wird nicht zur Rückspülung der Siebfilter verwendet, wie es bei Anlagen nach dem Stande der Technik der Fall war. Desweiteren werden die Siebfilter mit Konzentrat von den RO-Moduln rückgespült, das entsorgt worden wäre und entsorgt wird.

Die Siebfilter werden, was am wichtigsten ist, automatisch rückgespült, ohne die Permeatherstellung zu unterbrechen. Diese automatische Rückspülung wird durch den einzigartigen Einsatz eines handelsüblichen, selbstreinigenden Filtomat-Siebes erreicht, das mit einer automatischen Siebreinigungsvorrichtung ausgerüstet ist und das nach seiner Rückspülung betätigt wird. Um wirksam zu arbeiten, ist diese Vorrichtung derart konstruiert, daß sie mit einem verfügbaren Zustrom von mindestens 416,35 l/min (110 gpm) und einem Druck von mehr als 240 kPa (30 psig, >30 psi) für drei bis fünf Sekunden funktioniert.

Herkömmlicherweise werden in einem System, in dem der Zustrom verfügbaren Wassers im wesentlichen unbegrenzt ist, mehrere solche Siebe parallel eingesetzt. Wenn eines der Siebe verschmutzt ist, macht dies automatisch eine Umleitung von Wasser aus der Hauptspeiseleitung erforderlich. Dieser Wasserfluß kann leicht zugeführt werden, da keine Volumenbegrenzung oberhalb des erforderlichen Druckes besteht (mehr als 416,35 l/min (110 gpm) sind normalerweise verfügbar).

In dem seltenen Fall, daß eine einzige Filtomat-Einheit eingesetzt wird, ist es nicht kritisch, daß dem System ein unun-

19.05.99

8

terbrochener Wasserfluß zugeleitet wird. Wenn unter diesen Umständen der Speisedruck und der Zufluß zur Filtomat-Einheit ungenügend sind, wird das Austrittsventil am Abfluß der Vorrichtung automatisch gesperrt und nicht wieder geöffnet, bis der Reinigungszyklus beendet ist.

Da der Abfluß aus der Filtomat-Einheit als Speisung der Betriebspumpe dient, müssen in einem ADROWPU unbedingt ein Fluß von 151,4 l/min (40 gpm) und ein genügender Druck 120 kPa (15 psig) in der Leitung aufrechterhalten werden.

Wenn man wie unter herkömmlichen Umständen die Filtomat-Einheit mit einem Wasserstrom von 416 l/min (110 gpm) versorgen und dennoch einen Wasserstrom von 151,4 l/min (40 gpm) zum ADROWPU-Aggregat aufrechterhalten wollte, wäre eine Pumpe von 567,8 l/min (150 gpm) erforderlich. Es ist mechanisch unpraktisch und unvernünftig, eine Pumpe von 567,8 l/min (150 gpm) darauf zu beschränken, lediglich einmal pro Stunde für eine Zeitdauer von z.B. 3 bis 5 s bei ihrer nominellen Leistung zu arbeiten. Sie würde noch seltener bei ihrer nominellen Leistung arbeiten, wenn das dem Aggregat zugeführte Rohwasser nicht zu sehr verschmutzt ist.

Da der von der Speisepumpe gelieferte maximale Wasserfluß in einem transportfähigen ADROWPU 151,4 l/min (40 gpm) beträgt, unterscheiden sich die Bedingungen für die Verfügbarkeit von Wasser an Orten, an denen das ADROWPU-Aggregat betrieben würde, beträchtlich von denjenigen an Orten, an denen eine solche FiltomatSelbstreinigungseinrichtung herkömmlicherweise eingesetzt wird.

Wie noch genauer beschrieben wird, kann das Filtomat-Sieb in dem ADROWPU nur in Verbindung mit einer geeigneten Hochdruck-Speichervorrichtung eingesetzt werden, das in der Lage ist, für eine kurze Zeitdauer wenigstens 416 l/min (110 gpm) zu liefern. Es ist unerwarteterweise praktisch, das Konzentrat

19.05.99

lediglich für die Rückspülung zu speichern, da für die Rückspülung dieses Konzentrat von der Speichervorrichtung (ein Blasentank wird verwendet) lediglich über eine Zeitdauer zwischen 3 und 5 s geliefert werden muß, und zwar bei einem Druck, der genügt, um das verschmutzte Sieb zu säubern. Die Filtomat-Einheit hätte also in einem ADROWPU - außer zur Speicherung von Spülwasser in einem Blasentank unter einem Druck von wenigstens 760 kPa (95 psig) (damit am Ende des Spülzyklus ein Druck von wenigstens 280 kPa (35 psig) verbleibt) - nicht eingesetzt werden können.

Eine weitere Verbesserung in dem neuen ADROWPU besteht darin, daß kein Permeat für die Bereitung einer chemischen Reinigungslösung für verschmutzte RO-Moduln gespeichert wird. Ein Tank für "Reinigung in Montageposition" ist im ADROWPU vorhanden, ist aber (zwecks Gewichtseinsparung) leer, außer zu dem Zeitpunkt, zu dem die RO-Moduln mit Permeat, dem Reinigungschemikalien hinzugefügt worden sind, gereinigt werden.

Der PC dieser Erfindung ist insbesondere derart konstruiert, daß er für Reinigungsvorgänge jeglicher Art keine äußeren Wasserquellen benutzt, und daß, wie bereits erwähnt, alle Komponenten des PC in einem Gehäuse räumlich derart angeordnet sind, daß die verhältnismäßig schweren Komponenten symmetrisch zum Schwerpunkt des PC befestigt sind. Die Betriebsweise der Ausrüstung im PC und die Wirksamkeit jeder der Kombinationen von Systemelementen im ganzen Aggregat berücksichtigen die den Ausrüstungen des Standes der Technik innewohnenden Mängel.

Andere Mängel, wie z.B. diejenigen, die beim Betrieb in ungünstigem Wetter - Kälte oder Hitze - entdeckt wurden, sind ebenfalls überwunden worden. Bei Wetterbedingungen unter 0°F zum Beispiel, also bei Umgebungstemperaturen unter -15°C, was kalt genug ist, um Wasser in allen Einzelteilen der Ausrüstung im PC gefrieren zu lassen, haben die bisher von der Armee benutzten Aggregate nicht funktioniert, weil die Ausrüstung durch

19.05.99

10

die Isolierung allein nicht genügend geschützt war. Bei dem neuartigen PC bietet Heißluft, die über die heißen Kühlrippen eines luftgekühlten Dieselmotors (für den zum PC-Betrieb erforderlichen Strom) geleitet wird, eine unerwartet wirksame Möglichkeit zur Aufrechterhaltung einer wünschenswerten Temperatur innerhalb des PC. Die Wärme vom Dieselmotor kann durch eine herkömmliche Wärmequelle wie z.B. ein 10-kW-Heizaggregat ergänzt werden, das automatisch anspringt, wenn die Umgebungstemperatur im PC unter 5°C fällt.

Es ist daher eine allgemeine Aufgabe dieser Erfindung, ein Wasserreinigungsaggregat durch eine Kombination von Grob- und Feinfiltervorrichtungen zur Entfernung von Schwebstoffen zu schaffen.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die Merkmale des Anspruchs 1. Die Erfindung sieht eine automatische Selbstreinigungseinrichtung für eine rückspülbare grobe Siebfiltervorrichtung sowie lediglich spiralförmig durchflossene, für den Betrieb mit einer ersten und einer zweiten Durchlaufstufe ausgelegte RO-Moduln, vorzugsweise nur drei RO-Moduln, vor. Zwei Moduln in einer ersten Reihe sind für das Arbeiten in einer ersten Durchlaufstufe hintereinandergeschaltet, wobei das Konzentrat des ersten Moduls als Speisung zum zweiten Modul benutzt wird. Ein einzelner Modul in einer zweiten Durchlaufstufe ist so angeschlossen, daß Permeat von den beiden Moduln in der ersten Reihe direkt zur Verfahrenspumpe der zweiten Durchlaufstufe weitergeleitet wird, die das Permeat direkt in den Modul der zweiten Durchlaufstufe einspeist und somit keine Möglichkeit läßt, daß Schadstoffe ins Wasser gelangen.

Es hat sich gezeigt, daß nur drei RO-Druckgefäße ("Moduln"), jedes mit nur zwei spiralförmig aufgewickelten RO-Membranen ausgestattet, benötigt werden, um einen Betrieb mit zwei Durchlaufstufen für die Reinigung von Brackwasser zu ermöglichen und fast 41,6 l/min (11 gpm) Permeat zu liefern, sofern

19.05.99

11

zwei RO-Moduln für eine erste Durchlaufstufe und ein RO-Modul für eine zweite Durchlaufstufe wie folgt angeschlossen werden: Konzentrat von einem Modul der ersten Durchlaufstufe wird in einen zweiten Modul der ersten Durchlaufstufe eingespeist, das Permeat von den beiden Moduln der ersten Durchlaufstufe wird einer Pumpe der zweiten Durchlaufstufe zugeführt; Brackwasser kann normalerweise in einer einzigen Durchlaufstufe gereinigt werden, wobei etwa 75,7 l/min (20 gpm) Permeat mit einem Zu-
lauf von 151,4 l/min (40 gpm) Brackwasser erzeugt werden; im Betrieb mit doppeltem Durchlauf ist die Permeatausbeute etwa 11 gpm; und der PC kann bei Umgebungstemperaturen im Bereich von -40°C bis 40°C betrieben werden. In allen Fällen entspricht das trinkbare Permeat der Norm von NATO STANAG 2136 QSTAG 245.

Es ist eine weitere Aufgabe dieser Erfindung, einen PC zu schaffen, der nicht nur problemlos für den Bodentransport, sondern auch für den Lufttransport geeignet ist. Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die Merkmale des Anspruchs 10. Die Komponenten des PC sind im wesentlichen symmetrisch um die vertikalen Ebenen, die sich an der physischen Mitte eines rechteckigen boxartigen Containers schneiden, und ferner im wesentlichen symmetrisch um den Schwerpunkt des PC angeordnet, so daß der PC von oberhalb des Bodens her auf seinen Unterbau gestützt abgesetzt und dabei horizontal und mit der richtigen Seite nach oben plazierte werden kann, d.h. daß der Container im wesentlichen symmetrisch um eine vertikale Ebene ausgerichtet bleibt, z.B. wenn er von einem Hubschrauber aus der Luft abgesenkt wird.

Ein neuartiger und mit hoher Effizienz wirksamer, gänzlich unabhängiger, leicht transportfähiger umkehrosmotischer Wasserreinigungscontainer ("PC"), der in der Lage ist, nicht mehr als etwa 75,7 l/min (20 gpm) Trinkwasserpermeat aus nur 151,4 l/min (40 gpm) Brackwasser zu erzeugen, wird durch Integrieren bekannter Ausrüstungsteile in einem ISO- (Internatio-

19.05.99

12

nal Standards Organization) Container oder in einem gleichwertigen kleinen Raum ausgebildet, obwohl ein großer, vorzugsweise 166,5 l (44 gal) fassender "Blasen"-Tank und ein großer, vorzugsweise 151,4 l (40 gal) fassender "Reinigungsschemikalien"-Tank einbezogen werden, wobei diese Tanks die Wiederherstellung der wirksamen Arbeitsweise der Siebfilter und RO-Membranen ermöglichen. Die überraschende Wirksamkeit der spezifischen Kombination einzelner Ausrüstungsteile und ihre Verteilung bei Montage auf stoßdämpfenden Befestigungsvorrichtungen, bei der die Massen der Komponenten und dazugehörigen Röhren und Armaturen getrennt in einem ersten und zweiten Abteil, und dabei symmetrisch zum Schwerpunkt des Containers, der die Komponenten aufnimmt, vorliegen, überwindet nicht nur erfolgreich die Mängel der Aggregate des Standes der Technik, sondern erlaubt es auch, daß der PC die Außenabmessungen eines ISO-Containers hat (5,5 m lang, 2,1 m weit, 1,7 m hoch) und somit in Erwartung rauher Handhabungsbedingungen, bei denen er einen Stoß von 10 g aushalten kann, auf eine Palette gesetzt werden kann.

Es hat sich gezeigt, daß eine Kombination von verhältnismäßig groben, automatisch rückspülbaren Siebfiltern mit Öffnungen von nicht mehr als 300 μm , vorzugsweise von 200 μm , und einem Feinfilter, das vorzugsweise in einem 50- μm -Siebfilter besteht, das strömungsaufwärts und direkt vor Mehrfach-Filterpatronen von 5 μm bis 15 μm angeordnet ist, die die Siebe verstopfenden Festkörper wirkungsvoll entfernt, bevor sie die Filterpatronen erreichen; dadurch können Koagulierungsmittel und Mehrmedienfilter vermieden und wegwerfbare Filterpatronen eingesetzt werden, und nur die groben Siebfilter müssen automatisch rückgespült werden. Der letztere Vorgang wird durch "pumpenloses Rückspülen" mit in einem Blasentank gespeichertem Konzentrat ohne manuelles Eingreifen der Bedienungsperson ausgeführt. Das grobe Siebfilter wird daher als "selbstreinigendes" Filter bezeichnet.

19.05.99

13

Die Erfindung sieht ferner vor, ein Wasserreinigungssystem zu schaffen, das nicht mehr als 75,7 l/min (20 gpm) an RO-Wasserpermeat liefert und in einem PC untergebracht ist, in dem nur etwa 151,4 l (40 gal) an Reinigungslösung mit Permeat entweder vom RO-Gefäß der ersten Durchlaufstufe oder der zweiten Durchlaufstufe im PC zubereitet werden. Herkömmliche Chemikalien werden eingesetzt, um eine "Reinigungslösung" für die RO-Membranen zuzubereiten. Diese Reinigungslösung wird unter Einsatz der Überdruckpumpe (die dafür benutzt wird, den Speisewasserdruck im System zu erhöhen) durch jeweils eine Durchlaufstufe der Moduln gepumpt, wodurch der Einsatz einer zusätzlichen Reinigungspumpe vermieden wird.

Das besondere Ergebnis dieser Erfindung besteht im Ausgeben von nicht mehr als 75,7 l/min (20 gpm) Permeat aus den Umkehrosmose-Moduln in folgender Weise: Bereitstellen eines Behälters, der nicht größer ist als ein ISO-Behälter und der derart ausgebildet ist, daß sämtliche Ausrüstungsteile einschließlich der Instrumente zum Steuern seines Betriebs fest in ihm angeordnet werden können; Filtern von Brackwasser durch eine Kombination eines groben Siebfilters mit Öffnungen, die nicht größer als 200 µm sind, und eines Feinfilters mit Öffnungen, die nicht größer als 100 µm sind, um gefiltertes Wasser zu erzeugen; automatisches Rückspülen des Grobfilters, wenn dieser so zugesetzt ist, daß er einen Druckabfall erzeugt, aufgrund dessen eine nicht hinnehmbare Beeinträchtigung des Flusses angezeigt wird; Veranlassen eines Strömens des gefilterten Wassers durch mindestens eine Durchlaufstufe von Umkehrosmose-Moduln; Auffangen des RO-Permeats; und Speichern eines Teils von RO-Konzentrat aus mindestens einem der Umkehrosmose-Moduln unter einem erhöhten Druck, der über demjenigen liegt, der zum Rückspülen des Grobfilters erforderlich ist, wobei die Menge des gespeicherten Konzentrats ausreicht, um das Grobfilter rückzuspülen; und, mit von der Qualität des Brackwasser abhängender Häufigkeit, periodisches Austauschen der Feinfilter-

19.05.99

14

vorrichtungen "im fliegenden Wechsel" ohne Unterbrechung der Produktion des Permeats.

Die Erfindung schafft eine Einrichtung zum Reinigen einer verschmutzten Umkehrosmosemembran, die entweder in einer ersten Durchlaufstufe oder in einer zweiten Durchlaufstufe eines RO--Untersystems in einem luftfrachtfähigen umkehrosmotischen Reinigungsaggregat verwendet wird, wobei Permeat zu einem Reinigungstank umgeleitet wird, geeignete Chemikalien dem umgeleiteten Permeat im Tank hinzugefügt werden, um eine Reinigungslösung zuzubereiten, die Reinigungslösung zur Ansaugseite der Überdruckpumpe geleitet wird und die abgegebene Reinigungslösung zu der zu reinigenden, verschmutzten Membran zu leiten.

Die vorstehenden und weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung sind am besten aus der folgenden eingehenden Beschreibung ersichtlich, die anhand schematischer Abbildungen der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung erfolgt, in denen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche Elemente beziehen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines in einem Handbuch der U.S. Army beschriebenen, früheren ROWPU-Aggregates zur Erzeugung von Rohwasser aus Brackwasser, bei der zusätzlich zu oben erwähnten anderen erforderlichen Vorrichtungen ein RO-Untersystem benutzt wird, wobei dieses Aggregat zu einem in der kanadischen Zeitschrift UBIQUE beschriebenen ADROWPU für Betrieb mit doppeltem Durchlauf abgeändert war.

Fig. 2 zeigt ein Schaltbild von Ausrüstungsteilen in einem zwei Abteile aufweisenden Reinigungscontainer ("PC") gemäß der Erfindung mit selektiv ventilgesteuerten Fluidverbindungen mit mehreren RO-Moduln, die entweder mit einer oder mit zwei Durchlaufstufen betrieben werden können.

19.05.99

15

- Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht des PC zur schematischen Darstellung der räumlichen Anordnung der verschiedenen Ausrüstungsteile, bei der alle Teile innerhalb des PC untergebracht werden.
- Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf den PC zur Veranschaulichung der Zugänglichkeit Ausrüstungsteile trotz ihrer dicht ineinandergefügten Anordnung.
- Fig. 5 zeigt eine seitliche Endansicht aus Blickrichtung zur Rückseite des PC in der Richtung 5-5, wobei die Anordnung der RO-Gefäße und des chemischen Reinigungstanks gezeigt sind.
- Fig. 6 zeigt eine seitliche Endansicht aus Blickrichtung zur Vorderseite des PC in Richtung des 6-6, wobei die Anordnung der Pumpe für den zweiten Durchlauf gezeigt ist.
- Fig. 7 zeigt eine von hinten betrachtete Seitenansicht des PC aus Blickrichtung nach vorne hin, wobei die Anordnung der RO-Gefäße und der Betriebspumpe für den ersten Durchlauf gezeigt ist.
- Fig. 8 zeigt eine Seitenansicht der Rückseite des PC aus Blickrichtung 8-8, wobei die Anordnung des Treibstoffbehälters außerhalb der Hauptkammer des PC gezeigt ist.

In einer von 2271 l/h (600 gal/h) auf 11355 l/h (3000 gal/h) vergrößerten Version des früheren ROWPU, die auch in der bereits erwähnten Broschüre von Bagwell, Jr., beschrieben wurde, wird vorgeschlagen, Zyklonabscheider zu verwenden, bevor das Rohwasser zu Korbfiltern und danach zu Mehrmedienfiltern und Filterpatronen geleitet wird. Ein Koagulierungsmittel und ein Verkrustungsinhibitor wurden in das zum Mehrmedienfilter ge-

19.05.99

16

pumpte Rohwasser injiziert. In keiner der Verfahrensvarianten war es möglich, die Filter bzw. die RO-Elemente im Einbaustand zu reinigen. Ein Betrieb mit doppeltem Durchlauf erforderte eine Speicherung und nachfolgende Wiederverwendung des Permeats aus dem ersten Durchlauf.

Eine Ausführungsform eines Aggregats des Standes der Technik, in dem die Hochdruck-Betriebspumpe gleichzeitig dazu verwendet wird, entweder einen RO-Modul periodisch zu spülen oder Reinigungslösung zu liefern, um einen RO-Modul im Falle von Verschmutzung zu reinigen, ist schematisch in der Darstellung gemäß Fig. 1 veranschaulicht. In diesem Aggregat wurde der Einsatz von Koagulierungs- und Fällungsmitteln, Rostinhibitor und Zitronensäure vermieden, während das Grobfilter bei Bedarf rückgespült werden konnte. Jedoch mußte das Waschwasser in einem Tank gespeichert werden, von dem es durch die Filter gepumpt werden mußte; und obwohl ein unabhängiges Reinigungssystem mit Reinigungspumpe für die Reinigung der RO-Moduln vermieden werden konnte, mußte dennoch der Betrieb der Verfahrenspumpe unterbrochen werden, um zum Reinigungszyklus überzugehen.

Wie im einzelnen aus dem in Fig. 1 gezeigten System ersichtlich ist, wird Rohwasser von einer (nicht gezeigten) Speisepumpe durch eine Leitung (oder "Linie") C1 und ein Klappenventil V1 zu einem Grobfilter F1 (20 U.S. Standard mesh, < 840 µm) gefördert, wo verhältnismäßig große Feststoffteilchen entfernt werden. Das gefilterte Rohwasser fließt durch das Klappenventil V2 zur Ansaugseite einer Betriebspumpe P1. Der Ausstoß der Pumpe P1 in Leitung C2 wird durch das Dreiwegeventil V3 in Leitung C3, durch ein 100-µm-"Fein"-Filter F2, weiter durch ein weiteres Dreiwegeventil V4 zu zwei parallelen Reihen von mit "ROM" bezeichneten RO-Moduln geleitet. Jede Reihe besteht aus zwei hintereinandergeschalteten ROMs; wobei das Konzentrat des ersten Moduls in den zweiten Modul eingespeist wird. Die Konzentrate und die Permeate der beiden Reihen werden vereinigt.

19.05.99

17

Das Konzentrat der beiden Reihen wird durch Sperrventile V5 und V6 in die Leitungen C4 bzw. C5 geleitet, deren Ströme vereinigt werden, bevor sie an einem Konzentratausgang ausgegeben werden. Das Permeat der beiden Reihen wird durch Leitungen C6 und C7 geleitet, deren Ströme vereinigt werden, bevor sie von einem Permeatabfluß austreten und zur Speicherung geführt werden.

In vorgegebenen Zeitabständen werden die ROMs durch Öffnen der Magnetventile S1 und S2 kurzzeitig gespült. Die Spülströme werden durch Leitungen C8 bzw. C9 weggeführt und hinsichtlich ihrer Strömungsraten vereinigt, bevor sie an einem Spülabfluß ausgegeben werden. Zur Reinigung wird die Ansaugseite der Pumpe in fließende Verbindung mit der Lösung in einem (nicht gezeigten) Reinigungstank gebracht, die Filterpatronen werden entfernt und die Reinigungslösung durch einen zu reinigenden RO-Modul umgepumpt (die Reinigungsschleife zum Reinigungstank ist nicht gezeigt).

Das obige Aggregat, das von herkömmlichem Aufbau war, arbeitete zum Rückspülen des Grobfilters F1 und des Feinfilters F2 mit einer äußeren Wasserquelle. Wie in Fig. 1 gezeigt, wurde das Filter F1 periodisch gereinigt, indem das Aggregat abgeschaltet wurde und Ventile V9 und V10 mit einer Quelle von Waschwasser verbunden wurden. In ähnlicher Weise wurde F2 gewaschen, indem die Ventile V3 und V4 an die Waschwasserquelle angeschlossen wurden. Mit PI bezeichnete Druckanzeiger (die Nummern 01, 03, 04, 05, 06, 07 und 08) überwachen die Druckbedingungen in den entsprechenden Leitungen, während ein Niederdruck-Fühlerschalter PSLOI die Betriebspumpe schützt.

In dem ADROWPU gemäß der kanadischen Veröffentlichung wurde das obige System auf herkömmliche Art abgewandelt, damit Permeat aus einem Betrieb mit einfachem Durchlauf abgeführt werden konnte. Im wirklichen Betrieb waren die Filtereinheiten und insbesondere das Grobfilter zu oft verstopft und erforder-

19.05.99

18

ten häufiges Waschen mit sauberem Wasser. Aus den weiter unten angegebenen Gründen war kein Anlaß vorhanden, Konzentrat für ein Waschen der Filter zu speichern.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Leitungsverbindungen und Instrumente der in dem PC gemäß der Erfindung angeordneten Komponenten, wobei dieser PC auf die Erfüllung bestimmter Anforderungen zugeschnitten ist, die dadurch diktiert sind, daß der PC an einen Ort transportierbar sein muß, an dem verschmutztes "Roh"-Wasser die einzige verfügbare Wasserquelle ist und Trinkwasser benötigt wird. Der PC ist insbesondere derart ausgebildet, daß er auf einen Lastwagen mit genormtem Paletten-Ladesystem ("PLS") geladen und von einem 10-Tonnen-Steyr-Lastwagen (Nato Stock # NSN2320-21-901-6002 ECC 126815), hier als "genormte Ladevorrichtung" bezeichnet, transportiert werden kann.

Das Ausgangswasser, typischerweise Brack- oder Meerwasser, wird von einer Speisepumpe 13 durch ein Sieb 11 in einem Ansaugschlauch 12 angesaugt. Die Speisepumpe ist vorzugsweise eine fest gekoppelte, selbstansaugende Pumpe aus rostfreiem Stahl mit einem verkapselten, tropenfesten 15KW-Motor, die 151,4 l/min (40 gpm) gegen eine Gesamtdruckhöhe ("TDH") von 18,3 m (60 ft) fördern kann. Das Wasser wird von der Pumpe 13 zu einer Überdruckpumpe 14 gepumpt, wo sein Druck weiter um zusätzliche 50 psi erhöht wird, was zu einem Druck im Bereich von 320 bis 480 kPa (40 bis 60 psig) hinzukommt und ausreicht, das Wasser zuerst durch ein selbstreinigendes Filter 15 fließen zu lassen, das ein grobes Sieb von 200 µm und ein feines Sieb von 50 µm enthält, um verhältnismäßig große Schwebstoffteilchen zu entfernen, dann durch ein Paar von Nachfilterpatronen 16 und 16' von 5 bis 15 µm, um kleinere Schwebstoffteilchen zu entfernen, die die RO-Membranen in den hintereinandergeschalteten Gefäßen 20 und 21 schädigen würden.

19.05.99

19

Das Filter 15 ist vorzugsweise eine handelsübliche Filtomat-Filterereinheit mit einem Einlaß, einem Auslaß und Abflußverbindungen. Am meisten bevorzugt ist ein Filtomat des Modells M302L, das ein zylindrisches Gehäuse aufweist, in dem zylindrische Siebe konzentrisch und von der Gehäuseinnenwand beabstandet angeordnet sind. Typischerweise ist ein grobes Sieb (150 μm) über einem feinen Sieb (50 μm) angeordnet. Ein Schmutzfänger und ein hydraulischer Motor sind zentral innerhalb des Gehäuses angeordnet, so daß durch Drehung des Schmutzfängers die Innenflächen der Siebe gesäubert werden. Ein Spülventil und eine Spülsteuereinheit mit einem Druckabfallschalter sind außerhalb des Gehäuses angeordnet. Wenn der Druckabfall über das feine Sieb einen vorbestimmten Wert erreicht, zum Beispiel etwa 48,2 kPa (7 psi), betätigt die Spülsteuereinheit das Spülventil und öffnet es zu einem Abfluß hin. Da sich der Abfluß auf Umgebungsdruck befindet, wird durch den Wassermotor und den Schmutzfänger ein Niederdruckpfad geschaffen, und das Filter tritt in eine Selbstreinigungsphase. Es öffnen sich das Abflußventil sowie ein Ventil, das Wasser aus dem Blasentank freisetzt, und der Reinigungszyklus beginnt unter hohem Durchfluß und hohem Druck; er dauert etwa 3 bis 5 s. Dieser niedrige Druck "saugt" effektiv an einem Schlitz im Schmutzfänger den Schmutz vom Sieb und befördert ihn durch den Schmutzfänger, den Wassermotor und das Spülventil zum Abfluß. Das aus der Einheit herausströmende Wasser veranlaßt den Wassermotor, den Schmutzfänger schnell zu drehen. Während das Sieb gesäubert wird, verringert sich der Druckabfall, und der Druckabfallschalter schließt das Spülventil, wenn der Druckabfall im wesentlichen auf null gesunken ist. Der Spülzyklus dauert etwa 5 s und verbraucht etwa 45,4 l (12 gal) Wasser, ohne den Wasserstrom zu unterbrechen. Bei Beendigung des Reinigungszyklus werden das Abflußventil und der Blasentank automatisch geschlossen, und der Blasentank wird für das nächste Spülen wieder aufgefüllt.

19.05.99

20

Da die hohe Fließgeschwindigkeit - nämlich 416 l/min (110 gpm), die für nicht mehr als 5 s benötigt werden - sind nur etwa 64,35 l (17 gal) aus dem Blasentank für eine Leerung erforderlich, jedoch werden 75,7 l (20 gal) als Vorrat bevorzugt. Die beiden Konstruktionsmerkmale, nämlich die Speicherung von Spülwasser bei mehr als 756 kPa (95 psig) in einem Blasentank und die kurze Zeitdauer, während der eine hohe Fließgeschwindigkeit erforderlich ist, ermöglichen die einzigartige Anpassung der Filtomat-Einheit an den Betrieb im ADROWPU.

Als zusätzlicher Vorteil wird der für die Spülung erforderliche Energievorrat aus dem Hochdruckkonzentrat entnommen, das wegen der Verfahrenspumpe leicht verfügbar ist, denn dieses Konzentrat wäre bei Normalbetrieb in den Abfluß abgelassen worden. In anderen Worten werden die Energie für die Speicherung des Spülwassers wie auch das Spülwasser selbst ohne zusätzliche Kosten erhalten.

Bei den beiden nachgeschalteten Filterpatronen 16 und 16' handelt es sich um rostfreie Stahlgehäuse, die je vier 76,2 cm (30 inch) lange 5- μ m-Patronen enthalten. Wenn der an ihnen auftretende Druckabfall den Druckabfall an installierten Patronen um mehr als 35 kPa (5 psi) übersteigt, werden die verbrauchten Patronen ersetzt.

Im wesentlich feststofffreies Wasser tritt in eine erste Hochdruckpumpe 17 ein (Pumpe des ersten Durchlaufs) und wird bei einem Druck im Bereich von etwa 4800 bis 5200 kPa (600 bis 650 psig) zuerst zum RO-Gefäß 20 gepumpt, wo das Wasser in einen ersten Permeatstrom 22 und einen ersten Konzentratstrom 23 getrennt wird. Der erste Konzentratstrom 23 wird zum zweiten RO-Gefäß 21 geleitet und weiter in einen zweiten Permeatstrom 24 und einen zweiten Konzentratstrom 25 getrennt. Die beiden RO-Gefäße 20 und 21 sind besonders bevorzugt mit je zwei "Meerwasser"-Membranen ausgerüstet.

Der erste 22 und zweite 24 Permeatstrom haben im wesentlichen die gleiche Reinheit und werden zu einem Strom 26 vereinigt. Wenn das Ausgangswasser nicht übermäßig verschmutzt ist, so ist dieser Strom 26 nach Chlorierung mit einer kontrollierten Einspritzung von Chlor trinkbar und wird zur Speicherung aus dem PC herausgeleitet. Das Chlor wird aus einem Chlortank 29 mit einer Chloreinspritzpumpe 28 eingespritzt. Bei einer Speisewasserstromrate von 151,4 l/min (40 gpm) werden in einem Betrieb mit einfachem Durchlauf etwa 75,7 l/min (20 gpm) Permeat erzeugt, wobei das Verhältnis zwischen Ausgangswasser und Permeat 2/1 beträgt. Dieses Verhältnis ist mindestens dreimal höher, als es in Aggregaten des Standes der Technik möglich war, und zwar unabhängig von den gänzlich anderen Außenabmessungen der verwendeten, transportfähigen Aggregate. Wenn die Arbeitsweise mit zwei Durchlaufstufen verwendet wird, so bleibt die zweite Durchlaufstufe wesentlich weniger verschmutzt als der erste. Daher wird die zweite Durchlaufstufe zuerst gereinigt, und die Reinigungslösung wird zur Reinigung der ersten Durchlaufstufe noch einmal verwendet.

Ein Teil des zweiten Konzentratstromes 25 wird durch die Leitung 29 zum Blasentank 31 geleitet, ein weiterer Teil wird durch Leitung 27 zum Abfluß geleitet. Der Druck im Blasentank 31 darf bis zu 756 kPa (95 psig) betragen, damit das Grobfilter nicht beschädigt wird. Ein solches Filter kann mit nur 454 l/min bei 790 kPa (120 gpm bei 100 psig) wirksam rückgespült werden. Es ist ersichtlich, daß zur wirksamen Rückspülung eines groben Siebfilters der Spülfluidstrom vorzugsweise hochturbulent bzw. als "Pfropfenstrom" vorliegt, wenn er in das Filter 15 eintritt.

Wenn das Ausgangswasser übermäßig verschmutzt ist, so wird der PC in seiner Arbeitsweise mit zwei Durchlaufstufen eingesetzt. In dieser Arbeitsweise wird der kombinierte Permeatstrom 26 aus der ersten Durchlaufstufe zur Ansaugseite einer zweiten Hochdruckpumpe 33 (Pumpe der zweiten Durchlaufstufe) geleitet,

die im Druckbereich von etwa 4000 bis 4800 kPa (500 bis 600 psig) arbeitet, und in ein einzelnes RO-Gefäß 34 der zweiten Durchlaufstufe eingespeist, das zwei spiralförmig aufgewickelte Membranen enthält, besonders bevorzugt "Meerwasser"-Membranen. Der Strom 26 wird in einen dritten Permeatstrom 36 (Permeat der zweiten Durchlaufstufe) und einen dritten Konzentratstrom 35 (Konzentrat der zweiten Durchlaufstufe) aufgetrennt. Der Permeatstrom 36 wird wie zuvor chloriert und in einem Trinkwassertank gespeichert.

Je nach dem Niveau der Fremdstoffe im Konzentratstrom 35 kann dieser Konzentratstrom 35 zur Ansaugseite der ersten Hochdruckpumpe 17 oder zur zweiten Hochdruckpumpe 33 zurückgeführt werden.

Da die Hochdruckpumpe für die erste Durchlaufstufe den zweifachen Durchsatz der Pumpe für die zweite Durchlaufstufe hat, wird die Pumpe der ersten Durchlaufstufe von einem Motor angetrieben, der doppelt so stark wie der die Pumpe für den zweiten Durchlauf antreibende Motor ist. Vorzugsweise werden Dreifachplunger-FMC-Pumpen eingesetzt, wobei die Pumpe der ersten Durchlaufstufe mit einem tropenfesten TEFC-Motor von 15 KW und 1750 U/min ausgerüstet wird, um 151,4 l/min (40 gpm) zu fördern, während die Pumpe der zweiten Durchlaufstufe mit einem tropenfesten TEFC-Motor von 74 KW und 1750 U/min ausgerüstet wird, um 75,7 l/min (20 gpm) zu fördern.

Wenn die RO-Moduln der ersten Durchlaufstufe genügend stark verschmutzt sind, um chemische Reinigung zu benötigen, wird, bevor die Pumpen abgeschaltet werden, Permeat umgeleitet, um den c-i-p-Tank (Tank zur Reinigung im Einbauzustand) durch die Leitung 48 zu füllen; wenn die erste Durchlaufstufe in Benutzung ist; bzw. durch die Leitung 52, wenn die zweite Durchlaufstufe in Benutzung ist. Der Reinigungszyklus wird begonnen, indem Reinigungslösung vom Tank 32 durch die Leitung 41 und die entsprechende Ventilvorrichtung 42 zur Ansaugseite der

19.05.99

23

Überdruckpumpe 14 abgezogen wird. Der Ausstoß der Pumpe wird durch die Ventilvorrichtung 43 zur Leitung 44 und durch die Ventilvorrichtung 45 zur Leitung 46 umgeleitet.

Die chemische Reinigungslösung wird somit durch die Moduln der ersten Durchlaufstufe geleitet. Der Permeatteil der Reinigungslösung fließt durch die Leitungen 22 und 24, dann durch die Ventilvorrichtung 47 zur Leitung 48 und wird durch die Leitung 51 zu dem für Reinigung im Einbauzustand vorgesehenen Tank 32 zurückgeführt. Der Konzentratteil der Reinigungslösung wird durch die Leitungen 23, 25, 27 und die Ventilvorrichtung 49 zur Leitung 55 und danach zur Leitung 57 geführt und so zum Tank 32 zurückgeleitet. Der Umlauf der Reinigungslösung wird fortgesetzt, bis die RO-Membranen in den Moduln als hinreichend sauber erachtet werden. Wenn der Umlauf der Reinigungslösung nicht mehr erwünscht ist, wird die Lösung durch das Ventil 49 zum Abfluß abgeleitet.

Typischerweise verschmutzt der RO-Modul der zweiten Durchlaufstufe nicht so häufig wie die Moduln der ersten Durchlaufstufe. Wenn der Modul der zweiten Durchlaufstufe verschmutzt ist, wird er wie zuvor nach Abschalten des Aggregats für sich gereinigt, das heißt, ohne gleichzeitig die Moduln der ersten Durchlaufstufe zu reinigen, so daß der Zustand des Moduls der zweiten Durchlaufstufe nach der Reinigung genau festgestellt werden kann.

Zur Reinigung des RO-Moduls 34 der zweiten Durchlaufstufe wird der Ausstoß von Reinigungslösung aus der Überdruckpumpe durch die Leitung 44 und die Ventilvorrichtung 45 zur Leitung 51 und in den RO-Modul 34 geleitet. Das Permeat aus dem Modul 34 fließt durch die Leitung 36 und dann durch die Leitung 52 und wird durch die Leitung 57 zum Tank 32 zurückgeführt. Das Konzentrat aus dem Modul 34 fließt durch die Leitung 35, die Ventilvorrichtung 53, die Leitung 54 und dann Leitung 57 in den Tank 32. Wie zuvor läuft die Reinigungslösung im geschlossenen

19.05.99

24

Kreis durch das System, bis der RO-Modul 34 als genügend weit gereinigt erachtet wird. Die Reinigungslösung wird dann dafür benutzt, um den Modul der ersten Durchlaufstufe zu reinigen.

Ein hoher Förderdruck seitens der Hochdruckpumpe ist nötig, da RO-Membranen semipermeabel sind und das Speisewasser bei einem Druck an sie herangepumpt werden muß, der höher als der osmotische Druck der im Wasser gelösten Substanzen ist. Da eine RO-Membran Moleküle niedrigen Molekulargewichts (<150 Dalton) wie auch Ionen aus dem Wasser wirksam entfernen kann, werden RO-Membranen gemeinhin eingesetzt, um Wasser zu entmineralisieren (z.B. zur Vorbehandlung von Kesselspeisewasser und zur Gewinnung von Trinkwasser aus Brack- oder Meerwasser).

Die folgenden RO-Membranen ermöglichen einen guten Betrieb: Filmtec BW-30; Filmtec SW-30; Filmtec SW-30HR; RO-Membran UOP; RO-Membran Desal; RO-Membran Osmonics; und RO-Membran Nitto.

In der vorangehenden Beschreibung des Betriebsablaufs sind Einzelheiten bezüglich der Ventilvorrichtungen, ob Sperrventile, Dreiwegeventile oder Zweiwegeventile, nicht aufgeführt worden, sind jedoch zusammen mit den Vibrationsdämpfern, Abflüssen und Instrumenten im Flußdiagramm angegeben, um eine eingehendere Beschreibung der im System eingesetzten Rohrleitungen und Instrumente zu geben.

Die Bedeutungen der in der Zeichnung verwendeten Bezugsbuchstaben sind wie folgt:

AH Alarm hoch

CE Leitfähigkeitsmeßelement

FI Flußanzeiger

FQC Flußmengensteuerung

19.05.99

25

I (elektrische) Kopplung

M Motor

PD Pulsationsdämpfer

PI Druckanzeiger

PSL Druckschalter niedrig

S Magnetspule

PRV Druckregelventil

HVA Hydraulikventilgruppe

Die Leitfähigkeitsanzeiger, z.B. ein Leitfähigkeitsmesser von Thorton, messen das Niveau der Fremdstoffe in den Strömen. Das Meßgerät ist ein Zweikanal-Instrument, das die Wasserqualität sowohl der ersten wie der zweiten Durchlaufstufe überwachen und anzeigen kann. Das Meßgerät ist vorzugsweise in der RO-Instrumententafel angeordnet.

Die gesamte Stromversorgung des PC wird von einem einzigen Dieselgenerator sichergestellt, und alle Betriebsabläufe werden von einer programmierbaren Ansteuerlogik überwacht. Der Generator liefert Dreiphasenstrom von 60 Hz und 208 V. Ein bevorzugter Generator wird von einem luftgekühlten Vierzylinder-Deutz-Turbodieselmotor angetrieben, während der Alternator ein 40-kW-Stamford-Alternator ist.

Da das ADROWPU ohne Einfrieren bei Umgebungstemperaturen bis hinab zu -40°C betrieben werden soll, wird Luft, die über die heißen Kühlrippen des luftgekühlten Dieselmotors geleitet worden ist, zum Aufheizen des RO-Abteils verwendet. Die aufgeheizte Luft wird durch eine Trennwand geleitet, die das RO-Ab-

teil vom Generatorabteil trennt. Bei warmem Wetter wird die aufgeheizte Luft nach außen abgeleitet.

Somit ist ersichtlich, daß das unabhängige, transportfähige ADROWPU gemäß der Erfindung mehrere wesentliche Komponenten in Kombination und in betriebsfähiger gegenseitiger Fluidverbindung umfaßt. Das ADROWPU weist auf: ein geschlossenes wetterfestes Gehäuse auf einem durchgehenden rechteckigen Unterbau, der mit dem Gehäuse einstückig verbunden ist, um einen Reinigungscontainer mit den Außenabmessungen eines ISO-Containers zu bilden, wobei der Reinigungscontainer zur abnehmbaren Anordnung an einer Transportvorrichtung geeignet ist, von der aus der Reinigungscontainer ohne besondere Sorgfalt derart abgesetzt werden kann, daß er in horizontaler Stellung der Basis und mit der richtigen Container-Seite nach oben auf dem Boden auftrifft; einen mit in dem Unterbau kombinierten Doppelgeständerahmen mit Befestigungsvorrichtungen zum Absetzen des Containers; eine mit Kohlenwasserstoff betriebene Generatorvorrichtung zur Erzeugung von ausreichendem Strom mit geeigneter Spannung, um sämtliche elektrisch betriebenen Komponenten zu betätigen, und einer Speichervorrichtung zur Speicherung einer ausreichenden Menge an Treibstoff, damit die Generatorvorrichtung für eine vorbestimmte Zeitdauer betrieben werden kann; wobei das Gehäuse in ein erstes und zweites geschlossenes Abteil unterteilt ist, die voneinander durch eine Trennwand getrennt sind, wobei das zweite Abteil die Treibstoffspeichervorrichtung enthält und die Generatorvorrichtung elektrische Steuervorrichtungen und einen Akkumulator enthält, die in dem zweiten Abteil untergebracht sind; wobei in dem ersten Abteil im wesentlichen sämtliche weiteren Komponenten für die Reinigung verschmutzten Rohwassers untergebracht sind, wobei die Komponenten aufweisen: ein Umkehrosmose-Modul für eine erste Durchlaufstufe und ein Umkehrosmose-Modul für eine zweite Durchlaufstufe; eine Speisepumpe, eine Förderpumpe, Betriebspumpen für die erste und die zweite Durchlaufstufe und eine Chloreinspritzpumpe; wobei in den Umkehrosmose-Moduln für

die erste Durchlaufstufe und für die zweite Durchlaufstufe Umkehrosmoseelemente angeordnet sind; Grobfiltervorrichtungen und Feinfiltervorrichtungen; einen Blasentank mit einem Fassungsvermögen von mindestens 64,35 l (17 gal), vorzugsweise nicht mehr als 189 l (50 gal); einen Reinigungstank "für Reinigung im Einbauzustand" mit einem Fassungsvermögen von mindestens 113 l (30 gal), vorzugsweise nicht mehr als 189 l (50 gal); und Steuervorrichtungen, um die Komponenten so zu betätigen, daß sie nicht mehr als 75,7 l/min (20 gpm) Permeat im Betrieb bei einfachem Durchlauf aufgeben; wobei in den ersten und zweiten Abteilen Ausrüstungsteile mit stoßdämpfenden Vorrichtungen abnehmbar auf dem Unterbau und an den Innenflächen der Abteile befestigt sind, wobei die Ausrüstungsteile im wesentlichen symmetrisch zu dem Schwerpunkt des Containers herum verteilt angeordnet sind, wobei der Container von oberhalb des Bodens her abgeladen und auf dem Boden plazierte werden kann, und zwar mit dem Unterbau voran, und der Container in einer im wesentlichen vertikalen Ausrichtung verbleiben kann.

Die Unterbringung der verschiedenen Ausrüstungsteile, die so erfolgt, daß die kritischen Raumerfordernisse einer ISO-Einheit eingehalten werden, die Teile dabei aber im wesentlichen symmetrisch zum Schwerpunkt des PC angeordnet sind, läßt sich unter Bezugnahme auf die Fig. 3 bis 8 besser ersehen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Seitenansicht des allgemein durch das Bezugszeichen 60 bezeichneten ADROWPU, die ein Gehäuse mit einem ersten 61 und zweiten 62, gänzlich umschlossenen Abteil aufweist, die als 'RO-Abteil' bzw. 'Generatorabteil' bezeichnet werden und durch eine Trennwand 63 voneinander getrennt sind. Zugang zum Abteil 61 wird durch Türen 61' (Fig. 4) in den Seiten- und Stirnwänden geschaffen, während das Abteil 62 durch Öffnen von (nicht gezeigten) Türen in den Seitenwänden nach außen hin geöffnet werden kann. Das Gehäuse hat einen rechteckigen Unterbau 64, dessen Länge größer als seine Weite ist, um die Erfordernisse eines ISO-Containers zu

19.05.99

28

erfüllen, während die Seitenwände 65 und 65' (Fig. 7) sowie der gemeinsame Boden 66 der Abteile 61 und 62 von durchgehender, integraler Bauweise sind, um eine höchstmögliche Festigkeit zu erreichen. Der Boden 66 wird von vier Doppel-T-Trägern 67 gehalten, die mit Ankerringen 68 oder anderen Befestigungsvorrichtungen versehen sind, um das ADROWPU anheben zu können. Zumindest die Wände und Decke des RO-Abteils sind zum Schutz gegen Frostwetter isoliert.

Das eine (vordere) Ende des Unterbaus 64 ist mit einem Doppelgestängerahmen 69 versehen, der eine Vorrichtung zum Anheben des ADROWPU auf den vorerwähnten Lastwagen bietet. Der Doppelgestängerahmen ist weiter mit (nicht gezeigten) Heberingen versehen, die den in Fig. 7 gezeigten (68) ähnlich sind.

Hinsichtlich des Abteils 61 und insbesondere anhand Fign. 3 und 4 ist erkennbar, daß die Pumpen auf den Boden montiert sind. Alle Pumpen - die Speisepumpe 13, die Überdruckpumpe 14, die Pumpe des ersten Durchlaufs 17, die Pumpe des zweiten Durchlaufs 33 und die Chloreinspritzpumpe 28 - sind mittels (nicht gezeigter) stoßdämpfender Vorrichtungen auf den Boden montiert. Die genaue Auswahl der verwendeten stoßdämpfenden Vorrichtungen ist nicht übermäßig kritisch, solange diese Vorrichtungen die wahrscheinlich auf die ROWPU einwirkenden Stöße absorbieren können, ohne daß die Ausrüstung Schaden nimmt.

Ebenfalls über stoßdämpfende Vorrichtungen auf den Boden montiert sind die folgenden Teile: der Chlortank 29, der Blasen-tank 31, das Filtomat-Grobfilter 15 und die Fein-Vorfilter 16 und 16'. Eine Schalttafel 75 für die Leistungsverteilung und eine Heizungseinrichtung 76 hängen von der Decke aus an der Innenseite der Trennwand 63.

Im Abteil 62 ist der Dieselgenerator 72 über stoßdämpfende Vorrichtungen auf den Boden montiert, während eine Diesel-

Schalttafel 74 für die Steuerung des Diesel-Antriebs durch Aufhängung an der Decke befestigt ist.

Es wird nunmehr ersichtlich sein, daß das Gewicht der Komponenten in beiden Abteilen gezielt derart verteilt ist, daß der Schwerpunkt des ADROWPU am Schnittpunkt der Diagonalen bleibt, die von den vier Ecken des Unterbaus des Gehäuses 60 aus gezogen sind. Diese Forderung nach weitgehender Symmetrie ist kritisch, um gute Transport- und Einsatzfähigkeit der ADROWPU zu gewährleisten.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Seitenansicht entlang der Linie 5-5 in Richtung auf die Rückseite des Abteils 61, aus dem die Höhenanordnung der Moduln, des Chlortanks 29 und des Tanks 32 für die im Montagezustand erfolgende Reinigung ersehen werden kann.

Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht entlang der Linie 6-6, in der die räumliche Anordnung der Komponenten nahe der Trennwand 63 an der Vorderseite des Abteils 61 schematisch veranschaulicht ist.

Wie in der in Fig. 7 gezeigten schematischen Seitenansicht angedeutet, sind die RO-Moduln senkrecht beabstandet übereinandergestapelt, und zwar die beiden Moduln 20 und 21 der ersten Durchlaufstufe über dem Modul 34 der zweiten Durchlaufstufe. Die Bedienungstafel und die Instrumententafel sind für leichten Zugang neben einer Seitenwand angebracht, vorzugsweise durch Aufhängung von der Decke des Abteils über geeignete stoßdämpfende Vorrichtungen.

Fig. 8 zeigt ein Detail des Treibstofftanks 73, der außerhalb des Abteils 61 direkt auf den Boden 66 montiert ist. Durch Anbringung des Treibstofftanks im Abteil 62 in der Nähe zum Generator werden Sicherheit, angemessener Treibstoffzufluß zum Generator und eine angemessene Gewichtsverteilung erreicht.

19.05.99

30

Nach der vorstehenden allgemeinen Erläuterung sowie den konkreten Darstellungen der besten Art, wie ein Reinigungscontainer auszugestalten ist, um unter im wesentlichen sämtlichen möglichen Bedingungen am Ort eine spezifische nominelle Menge von Permeat einer beliebigen verschmutzten Wasserquelle zu liefern, wobei die gesamte Ausrüstung innerhalb der Begrenzung eines ISO-Containers oder eines gleichwertigen Raumes untergebracht wird, und nach der Erläuterung der Weise, in der der programmierte Betrieb der neuartigen ADROWPU eine Benutzung durch einen Nichtfachmann ermöglicht, versteht sich, daß über die durch die nachfolgenden Ansprüche gegebenen Einschränkungen hinaus keine unangemessenen Einschränkungen vorgenommen dürfen.

Schutzansprüche

1. Unabhängiges umkehrosmotisches Wasserreinigungsaggregat (60) mit
 - einem wetterfesten, transportfähigen Gehäuse,
 - einem kraftstoffbetriebenen Stromgenerator (72),
 - einer Speisepumpe (13) für die Zufuhr von Rohwasser,
 - einem Grobfilter (15),
 - einem Feinfilter (16),
 - mindestens zwei hintereinander geschalteten Umkehrosmosemoduln (20,21) einer ersten Stufe, wobei eine erste Hochdruckpumpeneinrichtung (17) das gefilterte Rohwasser dem ersten Umkehrosmosemodul (20) zuführt, das zweite Umkehrosmosemodul (21) der ersten Stufe den Konzentratstrom (23) des ersten Umkehrosmosemoduls (20) erhält und die Permeatströme (22,24) beider Umkehrosmosemoduln (20,21) zu einem gemeinsamen Permeatstrom (26) zusammenführbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Hochdruckpumpeneinrichtung (33) den gemeinsamen Permeatstrom (26) der hintereinander geschalteten Umkehrosmosemoduln (20,21) der ersten Durchlaufstufe einem Umkehrosmosemodul (34) einer zweiten Durchlaufstufe zuführt.
2. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Chlor-Einspritzpumpe (28) den Permeatstrom (36) des mindestens einen weiteren Umkehrosmosemoduls (34) mit Chlor versetzt..

19.05.99

- 3 -

3. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Umkehrosmosemoduln (20,21,34) aus spiralförmig aufgewickelten Membranen bestehen.
4. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane aus Meerwasser-membranen bestehen.
5. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Hochdruckpumpeneinrichtung (33) in einem Druckbereich über ca. 4000 kPa (500 psig) arbeitet.
6. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentratstrom (35) des weiteren Umkehrosmosemoduls (34) der zweiten Durchlaufstufe zur Ansaugseite der ersten Hochdruckpumpeneinrichtung (17) oder zur zweiten Hochdruckpumpeneinrichtung (33) rückführbar ist.
7. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hochdruckpumpeneinrichtung (17) der ersten Durchlaufstufe ca. den doppelten Durchsatz der Hochdruckpumpeneinrichtung (33) der zweiten Durchlaufstufe hat.
8. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Hochdruckpumpeneinrichtung (33) der zweiten Durchlaufstufe eine Durchflußleistung von ca. 75,7 l/min (20gpm) aufweist.

9. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Steuervorrichtungen die Pumpeneinrichtungen (13,17,33) und Ventile programmgesteuert betätigen.

10. Unabhängiges umkehrosmotisches Wasserreinigungsaggregat (60) mit

- einem wetterfesten, transportfähigen Gehäuse,
- einem kraftstoffbetriebenen Stromgenerator (72),
- einer Speisepumpe (13) für die Zufuhr von Rohwasser,
- einem Grobfilter (15),
- einem Feinfilter (16),
- mindestens zwei hintereinander geschalteten Umkehrosmodulen (20,21) einer ersten Stufe, wobei eine erste Hochdruckpumpeneinrichtung (17) das gefilterte Rohwasser dem ersten Umkehrosmodul (20) zuführt, das zweite Umkehrosmodul (21) der ersten Stufe den Konzentratstrom (23) des ersten Umkehrosmoduls (20) erhält und die Permeatströme (22,24) beider Umkehrosmodulen (20,21) zu einem gemeinsamen Permeatstrom (26) zusammenführbar sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Gehäuse in ein erstes und ein zweites geschlossenes Abteil (61,62) unterteilt ist,
daß die Abteile (61,62) von einer Trennwand (63) voneinander getrennt sind,
daß in dem ersten Abteil (61) alle Komponenten für die Reinigung des Rohwassers angeordnet sind,
daß in dem zweiten Abteil (62) alle Stromversorgungskomponenten (72,73,74) angeordnet sind, und
daß die Komponenten in beiden Abteilen (61,62) so angeordnet sind, daß sie im wesentlichen symme-

19.05.99

- 5 -

trisch um den Schwerpunkt des Gehäuses gewichtsmäßig verteilt sind.

11. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessungen des Gehäuses mit den Außenabmessungen eines ISO-Containers übereinstimmen.
12. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten in dem ersten und in dem zweiten Abteil (61,62) mit stoß- und/oder vibrationsdämpfenden Zwischenelementen abnehmbar auf einem Unterbau (64,66) und/oder an den inneren Flächen der Abteile (61,62) befestigt sind.
13. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse einen rechteckigen Unterbau (64) aufweist, der aus mehreren Trägern (67) gebildet ist und einen durchgehenden Boden (66) für beide Abteile (61,62) trägt.
14. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenwände des Gehäuses (65,65') von durchgehender integraler Bauweise sind.
15. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein durch den Verbrennungsmotors des Stromgenerators (72) erhitzter Luftstrom das Gehäuse im Winterbetrieb aufheizt.

19.05.99

- 6 -

16. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß Kühlrippen des luftgekühlten Verbrennungsmotors den Luftstrom erwärmen.
17. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftstrom im Winterbetrieb durch die Trennwand (63) hindurchgeführt ist und im Sommerbetrieb nach außen ableitbar ist.
18. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewicht der Komponenten in beiden Abteilen (61,62) derart verteilt ist, daß der Schwerpunkt des Gehäuses im wesentlichen im Bereich des Kreuzungspunktes der Diagonalen, die von den Ecken des Unterbaus (64) ausgehen, liegt.
19. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Wände und die Decke des Gehäuses isoliert sind.
20. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine separate Heizungseinrichtung (76) mit einer Temperatursteu-
erung vorgesehen ist, um die Umkehrosmose-
moduln (20,21) vor Frost zu schützen.
21. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten in den Abteilen (61,62) programmgesteuert sind.

19.05.99

- 7 -

22. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgungskomponenten in dem zweiten Abteil (62) aus dem von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Stromgenerator (72), dem Kraftstofftank (73), einer Batterie, einer Steuerungsschalttafel (75) für die Leistungsverteilung und einer Steuerungsschalttafel (74) für den Motorantrieb bestehen.
23. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zweiten Abteil (62) zusätzlich Heizeinrichtungen (76) angeordnet sind.
24. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten für die Reinigung des Rohwassers in dem Abteil (61) aus mindestens zwei Moduln (20,21) einer ersten Durchlaufstufe, mindestens einem Modul (34) einer zweiten Durchlaufstufe, der Speisepumpe (13), Hochdruckpumpeneinrichtungen (17,33) für die beiden Durchlaufstufen, einer Chlorinjektionspumpe (28), und dem Grob- und Feinfilter (15,16), bestehen.
25. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten Abteil (61) zusätzlich ein Reinigungstank (32) mit einer zugehörigen Druckpumpe (14) zum chemischen Reinigen der Umkehrosmosemoduln (20,21,34) in einem geschlossenen Kreislauf angeordnet sind.
26. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 10 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten Abteil (61) eine Steuerungseinrichtung zum

Steuern der in dem ersten Abteil (61) befindlichen Komponenten angeordnet ist.

27. Unabhängiges umkehrosmotisches Wasserreinigungsaggregat (60) mit
- einem wetterfesten, transportfähigen Gehäuse,
 - einem kraftstoffbetriebenen Stromgenerator (72),
 - einer Speisepumpe (13) für die Zufuhr von Rohwasser,
 - einem Grobfilter (15),
 - einem Feinfilter (16),
 - mindestens zwei hintereinander geschalteten Umkehrosmosemoduln (20,21) einer ersten Stufe, wobei eine erste Hochdruckpumpeneinrichtung (17) das gefilterte Rohwasser dem ersten Umkehrosmosemodul (20) zuführt, das zweite Umkehrosmosemodul (21) der ersten Stufe den Konzentratstrom (23) des ersten Umkehrosmosemoduls (20) erhält und die Permeatströme (22,24) beider Umkehrosmosemoduln (20,21) zu einem gemeinsamen Permeatstrom (26) zusammenführbar sind,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß zum Reinigen der Umkehrosmosemoduln (20,21;34) ein Reinigungstank (32) vorgesehen ist, der Permeat von den Umkehrosmosemodulen (20,21;34) erhält und dem Reinigungsschemikalien zuführbar sind,
- daß eine Pumpe (14) die aus dem Permeat und den Reinigungsschemikalien gebildete Reinigungslösung aus dem Reinigungstank (32) den Umkehrosmosemoduln (20,21;34) in einem geschlossenen Kreis zuführt, wobei das aus den Umkehrosmosemoduln (20,21;34) austretende Permeat und Konzentrat in den Reinigungstank (32) für mehrere Reinigungszyklen zurückführbar ist.

19.05.99

- 9 -

28. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Reinigungstank (32) über Leitungen (41,44,46,57) und Ventile (42,43,45) mit den Moduln (20,21) einer ersten Durchlaufstufe verbunden ist und daß für die Rezirkulation der Reinigungslösung die Permeatströme der Moduln (20, 21) über die weiteren Leitungen (22, 24,48) und das Ventil (47) mit dem Reinigungstank (32) einen geschlossenen Kreis bildend verbunden sind und die Konzentratströme der Moduln (20,21) über die weiteren Leitungen (23,25,27, 55) und das Ventil (49) mit dem Reinigungstank (32) einen geschlossenen Kreis bildend verbunden sind.
29. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Reinigungstank (32) über Leitungen (41,44,51,57) und Ventile (42,43,45) mit dem Modul (34) einer zweiten Durchlaufstufe verbunden ist und daß für die Rezirkulation der Reinigungslösung der Permeatstrom des Moduls (34) über die weiteren Leitungen (36,52) mit dem Reinigungstank (32) einen geschlossenen Kreis bildend verbunden ist und der Konzentratstrom des Moduls (34) über die weiteren Leitungen (35,54) und das Ventil (53) mit dem Reinigungstank (32) einen geschlossenen Kreis bildend verbunden ist.
30. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Grobfilter (15) eine automatische Selbstreinigungseinrichtung enthält, die ohne Unterbrechung der Zufuhr des Rohwassers zu dem Feinfilter (16) ein Rückspülen des Grobfilters (15) mit Hilfe von in einem Tank (31) gespeicherten Konzentrat ermöglicht.

19.05.99

- 10 -

31. Wasserreinigungsaggregat nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Selbstreinigungseinrichtung das gespeicherte Konzentrat ohne Einsatz einer Pumpe erhält.
32. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß ein Temperatursensor den Kreislauf bei Temperaturüberschreitung zum Schutz der in den Modulen (20,21,34) enthaltenen Membranen unterbricht.
33. Wasserreinigungsaggregat nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß eine Programmsteuerung alle Betriebsabläufe überwacht.

19.05.99

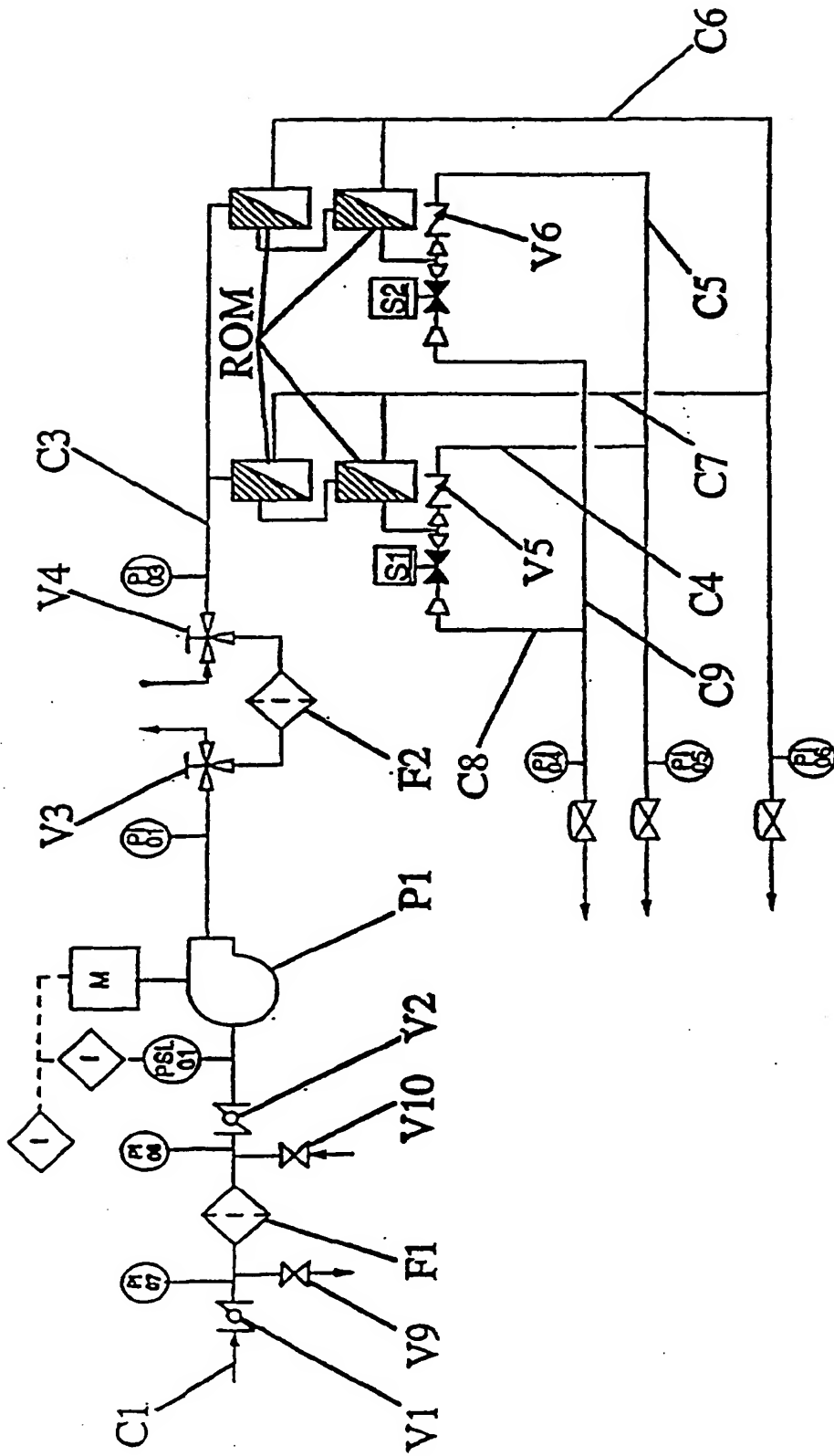


Fig. 1

19.03.88

- 2 -

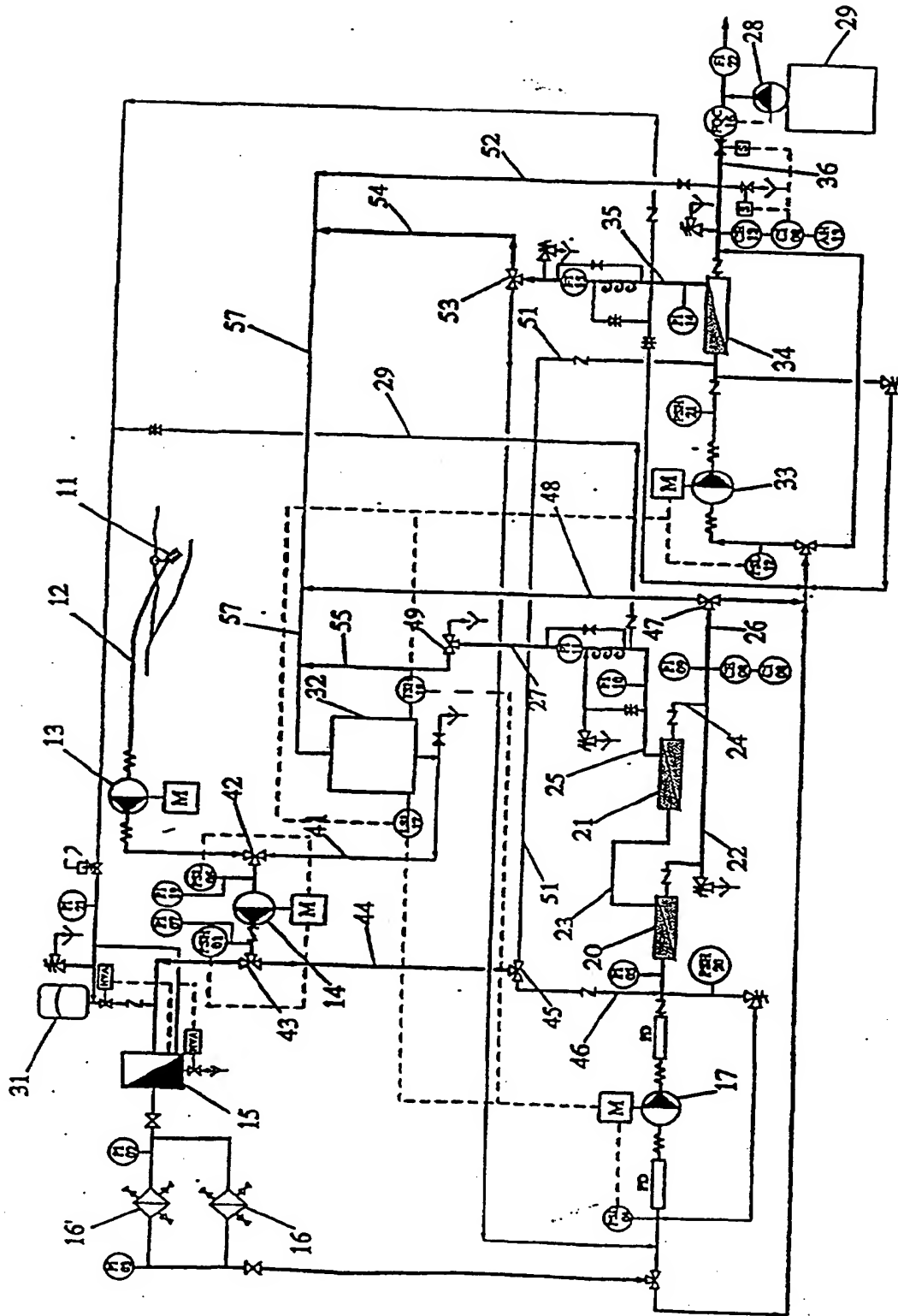


Fig. 2

10.08.99

- 3 -

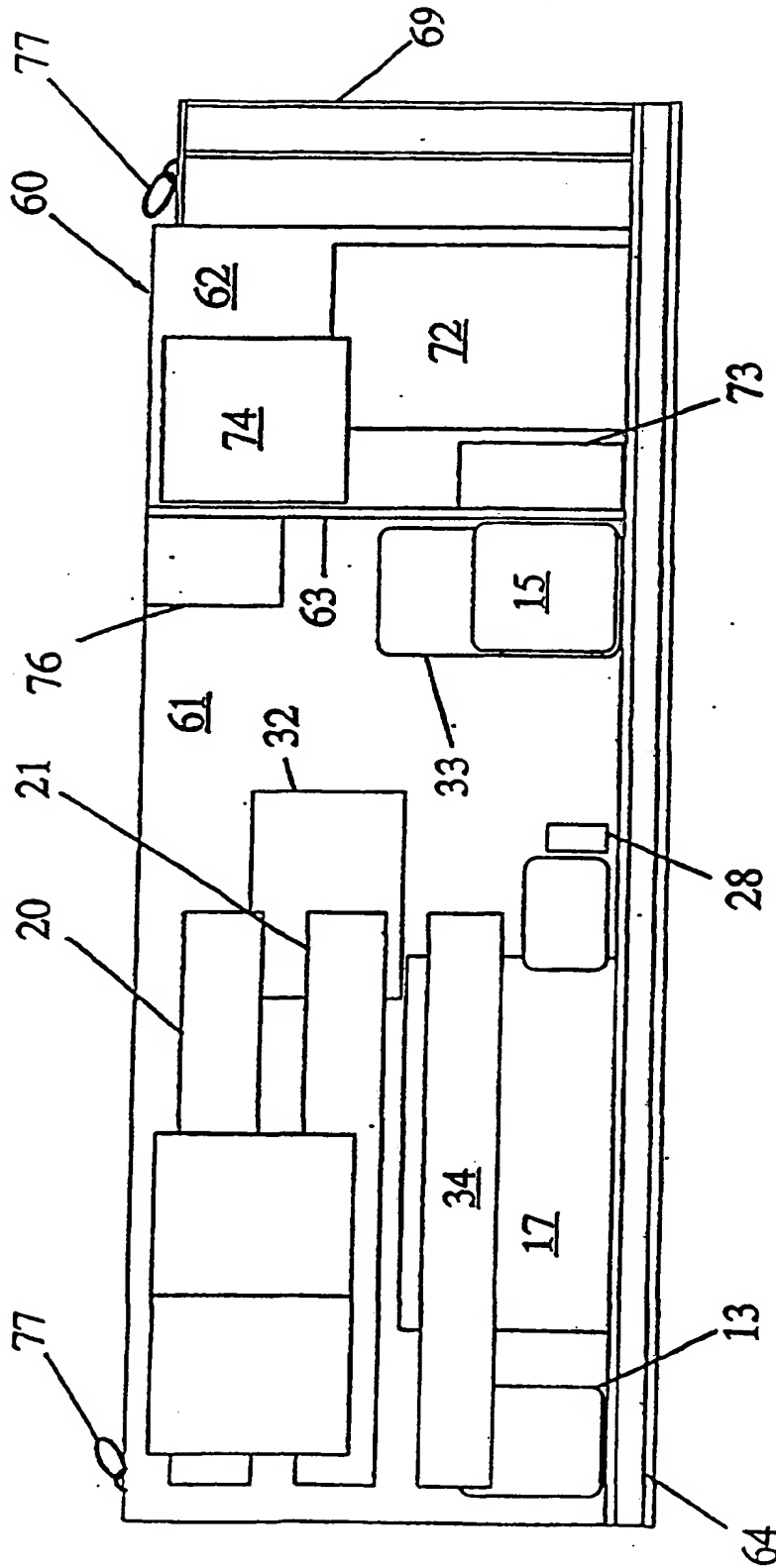


Fig. 3

19.05.99

- 4 -

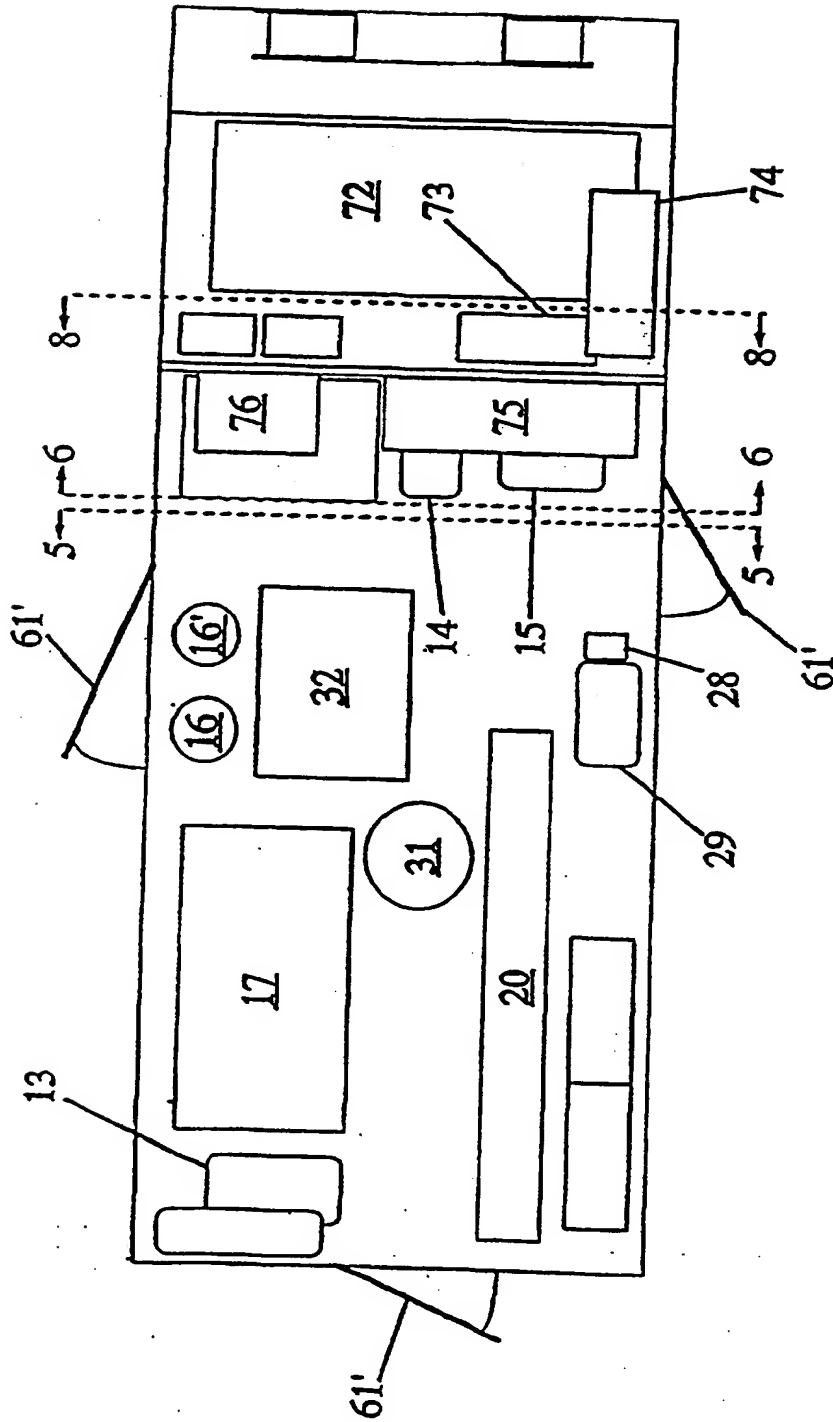


Fig. 4

19.05.99

- 5 -

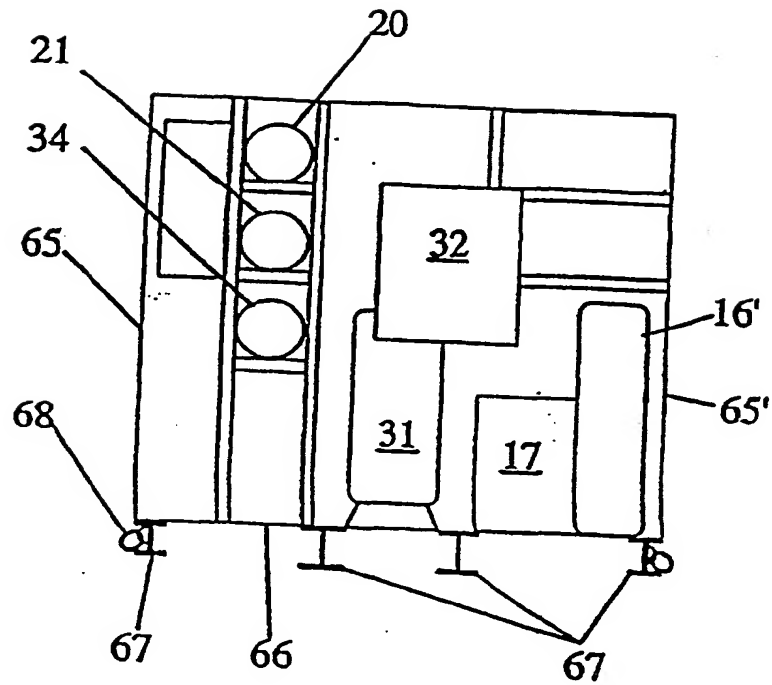


Fig. 5

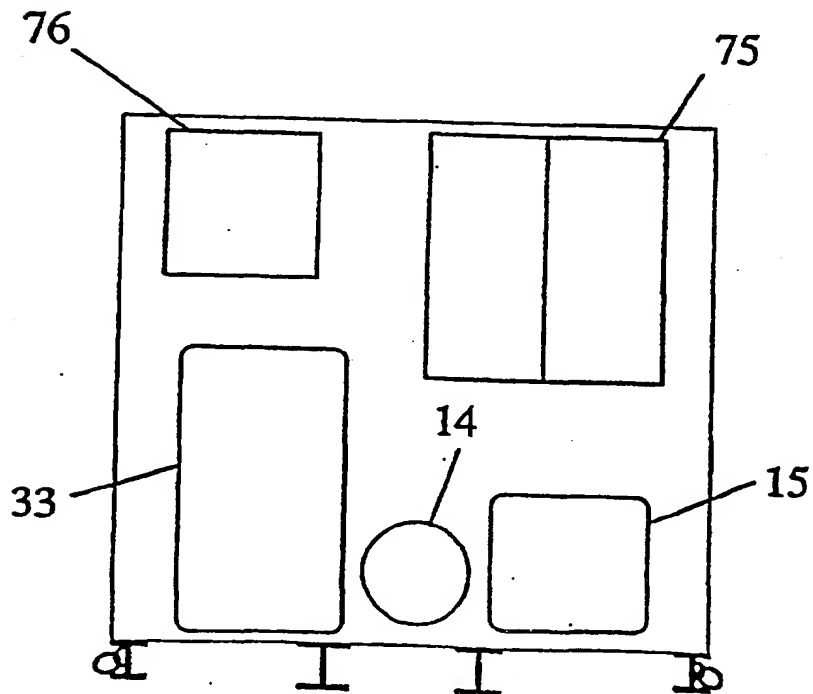


Fig. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19.05.99

6

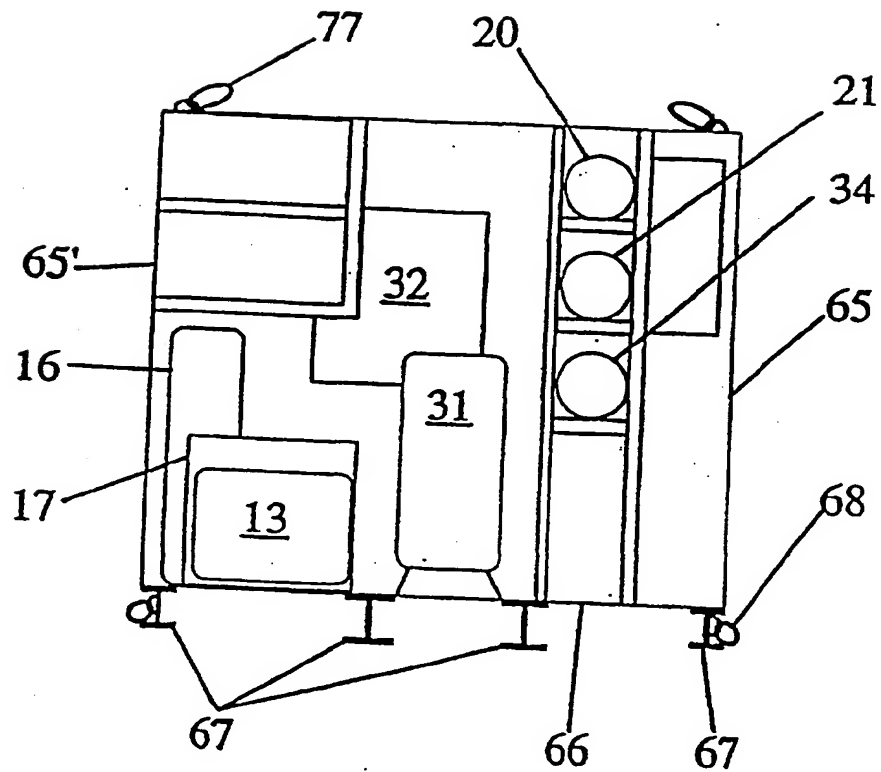


Fig. 7

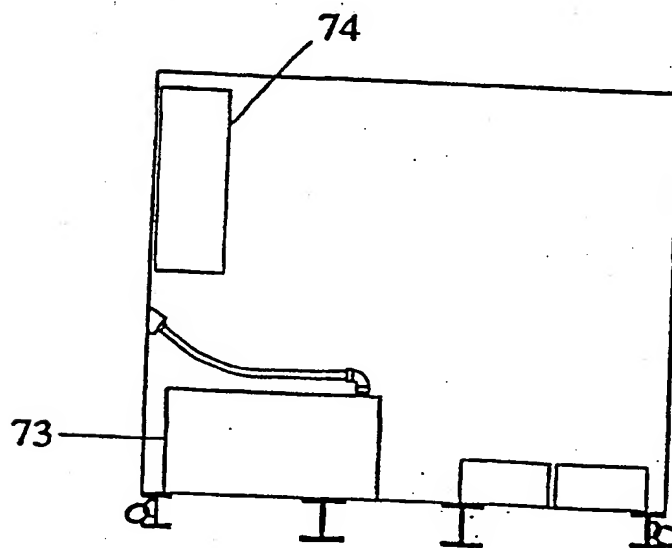


Fig. 8